

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/290441495>

# Klimawandel und Skigebiete im Ostalpenraum

Conference Paper · November 2014

---

CITATIONS

2

---

READS

3,138

2 authors:



**Robert Steiger**

University of Innsbruck

97 PUBLICATIONS 2,974 CITATIONS

SEE PROFILE



**Bruno Abegg**

University of Innsbruck

65 PUBLICATIONS 2,482 CITATIONS

SEE PROFILE

# Klimawandel und Skigebiete im Ostalpenraum

<sup>1</sup> Institut für Finanzwissenschaft, Universität Innsbruck

<sup>2</sup> Institut für Geographie, Universität Innsbruck

<sup>3</sup> alps – Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck

## 1 Einleitung

„Klimawandel und Tourismus“ ist ein viel diskutierter Themenkomplex, sowohl in der Wissenschaft wie auch in der Gesellschaft, nicht zuletzt aufgrund der medialen Berichterstattung. Die verbreiteten Meinungen erstrecken sich über ein breites Spektrum und reichen vom Ausrufen des Ende des Wintersports in wenigen Jahrzehnten bis hin zu „Wir haben technisch alles im Griff“. Wie bei vielen komplexen Themen liegt die Wahrheit vermutlich irgendwo zwischen diesen beiden Extrempositionen.

Fast die Hälfte der wissenschaftlichen Arbeiten im Bereich Klimawandel & Tourismus beschäftigt sich mit dem Skitourismus (Weaver, 2011). Weltweit wurden bisher mehr als 30 Studien in 13 Ländern zum Thema Klimawandel und Schneesicherheit von Skigebieten durchgeführt (Scott, Hall, & Gössling, 2012). Aufgrund unterschiedlicher Methoden und Grundannahmen sind die Ergebnisse nur selten direkt miteinander vergleichbar. Unterschiede bestehen bei den verwendeten Ansätzen bzw. Modellen, den analysierten Indikatoren sowie bei den zugrundeliegenden Klimaszenarien. Zwingend erscheint für aktuelle Studien jedoch, dass die Beschneigung berücksichtigt wird und für den Skibetrieb relevante Indikatoren untersucht werden (Scott, Dawson, & Jones, 2008).

Allen Studien – ohne Ausnahme – ist gemein, dass der Klimawandel eine ernst zu nehmende Bedrohung für Skigebiete in allen Teilen der Welt darstellt. Die Beschneigung kann, zumindest kurzfristig, eine wirksame Maßnahme gegen diese Veränderungen darstellen. Die Wirksamkeit ist allerdings je nach Region unterschiedlich, ebenso wie der Zeithorizont möglicher negativer Klimafolgen. Folge der Anpassung mittels Beschneigung ist zudem ein deutlich steigender Beschneigungsaufwand, somit auch steigende Kosten und ein erhöhter Ressourcenverbrauch.

Die Tourismusbranche scheint - trotz zahlreicher Belege - bisher kaum zu reagieren. Bezüglich Klimawandelanpassung gilt der Tourismussektor als am wenigsten vorbereitet (Scott, 2011), obwohl er in einem hohen Maße vom natürlichen Angebot, darunter auch klimatische Faktoren, abhängt.

Dieser Beitrag verfolgt zwei Ziele: Zum einen sollen mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf Skitourismus in den Ostalpen mit Hilfe eines Simulationsmodells analysiert werden. Zum anderen werden mögliche Gründe für das bisher zurückhaltende Engagement der Branche in Klimawandelfragen diskutiert.

## **2 Vergangene und zukünftige klimatische Entwicklung im Alpenraum**

Es besteht in den entsprechenden Fachdisziplinen inzwischen kein Zweifel mehr, dass sich seit etwa Mitte des 19. Jahrhunderts weltweit ein klimatischer Wandel vollzogen hat. Ebenso unbestritten ist, dass sich das Klima im 21. Jahrhundert weiter erwärmen wird. Mehr als 97% der Klima- und Klimafolgenforscher sind sich hierüber einig (Cook et al., 2013). So hat sich die Temperatur seit 1880 im globalen Mittel um 0,85°C erhöht (IPCC, 2014). In Österreich stieg die Temperatur seit 1880 um 2°C (APCC, 2014). Die in den Alpen stärkere Erwärmung hat bspw. zu einer Halbierung der vergletscherten Fläche geführt (Zemp, Haeberli, Hoelzle, & Paul, 2006). Für das 21. Jahrhundert wird eine weitere Erwärmung um bis zu 4,8°C im globalen Mittel erwartet (IPCC, 2014). Für die Alpen kann davon ausgegangen werden, dass die Erwärmung, wie schon in der Vergangenheit, stärker als im globalen Mittel ausfallen wird. Für Österreich zeigt das business-as-usual Szenario (RCP 8.5) bspw. eine Erwärmung von bis zu 7°C bis Ende des Jahrhunderts an (Formayer, Awan, Nadeem, & Schicker, 2014). Als Folge werden eine Zunahme der Naturgefahren z.B. aufgrund von tauendem Permafrost als auch ein deutlicher Rückgang der Schneebedeckung unterhalb von 1500-2000 m ü.M. bis Ende des Jahrhunderts erwartet (Gobiet et al., 2014).

Wie jeder Blick in die Zukunft ist auch dieser mit Unsicherheiten verbunden. Die größte Quelle der Unsicherheit besteht darin, dass die Menge der künftigen Treibhausgas-Emissionen, je nach eingeschlagenem Entwicklungspfad, unterschiedlich hoch und somit auch die Erwärmung unterschiedlich stark ausfallen kann. Was sicher gesagt werden kann ist, dass wir uns derzeit auf einem hohen Emissionspfad bewegen (Allison et al., 2009) und sich daran in nächster Zeit aufgrund der stockenden globalen Klimaschutzverhandlungen auch nur wenig ändern wird.

### 3 Auswirkungen des Klimawandels auf Skigebiete im Ostalpenraum

#### a. Methodik

Für diesen Artikel wurde die Schneesicherheit von 310 Skigebieten in Graubünden, Österreich, dem bayerischen Alpenraum und Südtirol, mittels eines Skisaisonmodells („SkiSim“) simuliert, mit Berücksichtigung der aktuellen Beschneigungstechnologie. Dieses Modell wurde für mehrere Regionen der Alpen (Abegg, Steiger, & Walser, 2015, Steiger, 2010, Steiger, 2013, Steiger & Abegg, 2013, Steiger & Stötter, 2013), wie auch in deutschen Mittelgebirgen (Schmidt, Steiger, & Matzarakis, 2012), den USA und Australien (Scott & Steiger, 2013) angewandt. Durch eine einheitliche Vorgehensweise ist eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den einzelnen Skigebieten bzw. Regionen möglich. In Folge wird die Methodik nur überblicksartig präsentiert, für eine ausführliche Darstellung sei auf Steiger (2010) verwiesen.

Das Modell berechnet die tägliche Schneehöhe im Skigebiet auf Basis von Temperatur- und Niederschlagsdaten nahegelegener Wetterstationen. Wenn die Wetterstation nicht auf der Höhe des Skigebiets liegt, werden die Temperatur- und Niederschlagsdaten mit ermittelten Höhengradienten entsprechend extrapoliert. Hierzu konnten im Untersuchungsgebiet 80 Wetterstationen verwendet werden, womit eine geringe räumliche Distanz zwischen Wetterstation und Skigebiet gewährleistet ist. Der Beschneigungsbedarf wird für jedes Skigebiet und jede 30-Jahresperiode separat ermittelt, passt sich also den veränderten klimatischen Bedingungen an. Der Beschneigungsbedarf ist so ausgelegt, dass eine Saison bis 31. März gesichert werden kann, solange die Rahmenbedingungen (Lufttemperatur  $\leq -4^{\circ}\text{C}$ , Beschneigung zwischen November und März, Kapazität: 10 cm/Tag) eine Beschneigung erlauben. Als relevanter Indikator wurde die Anzahl an potenziellen Skitagen verwendet.

Als Mindestschneehöhe für Skibetrieb werden üblicherweise 30 cm verwendet (Abegg, 1996), was bspw. oberhalb der alpinen Matten einen recht optimistischen Wert darstellt. Wenn ein Skigebiet mindestens 100 potenzielle Betriebstage erreicht, gilt es als *schneesicher* (Abegg, 1996). Da jedoch ein Skigebiet in der Lage sein muss, auch schlechtere Jahre zu verkraften, muss dieser Wert nicht in jedem Jahr erreicht werden. Die oftmals verwendete Regel, nach der in mindestens 7 aus 10 Jahren die 100 Tage erreicht sein müssen, wird in diesem Beitrag noch ergänzt: Skigebiete, die diesen Wert in 9 aus 10 Jahren erreichen sind *sehr schneesicher*, bei 7-8 aus 10 Jahren gelten die Skigebiete „nur“ als *schneesicher*.

Zusätzlich zu der „100-Tage Regel“ wurde auch die Schneesicherheit während der Weihnachtsferien (Zeitraum zwischen 22.12.-4.1.) analysiert. In den Weihnachtsferien wird in vielen Skigebieten ein recht hoher Anteil des Winterumsatzes generiert (bis zu 30%, siehe Steiger & Abegg, 2015) und ein Ausfall in diesen beiden Wochen hätte schwerwiegende Konsequenzen für das Skigebiet.

## b. Ergebnisse

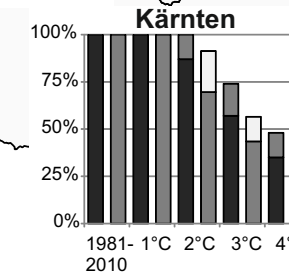
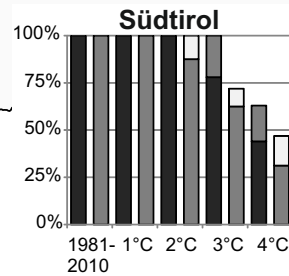
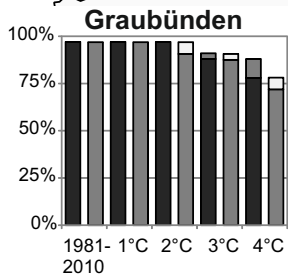
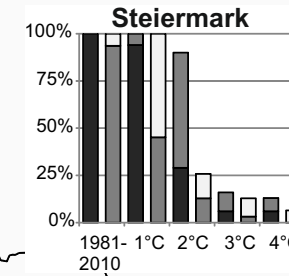
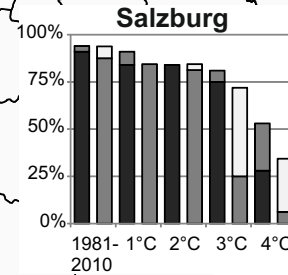
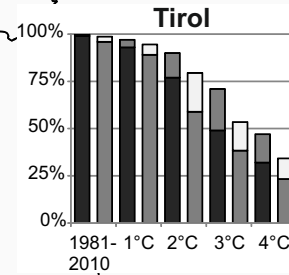
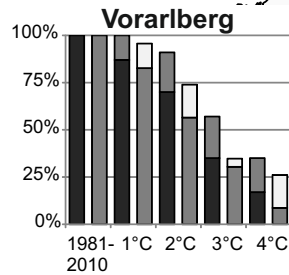
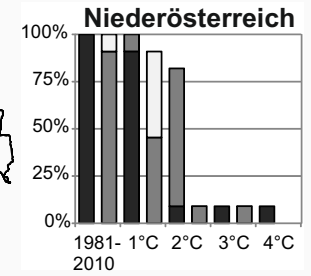
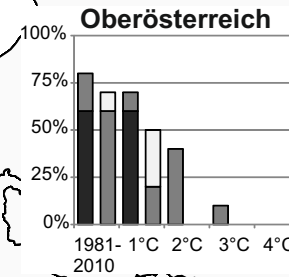
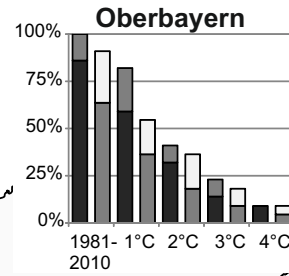
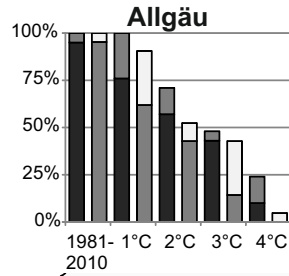
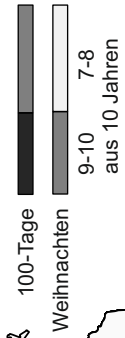
Es zeigt sich ein differenziertes regionales Bild der Verwundbarkeit von Skigebieten im Ostalpenraum (Abb. 1). Graubünden ist am wenigsten verwundbar von allen untersuchten Regionen. Hier sind selbst bei einem 4°C Szenario noch 78% der Skigebiete sehr schneesicher (100-Tage), weitere 10% sind schneesicher. Die Schneesicherheit zu Weihnachten ist ähnlich hoch (72% bzw. 6%). Vom Alpenhauptkamm in Richtung Alpenrand sind die Regionen deutlich stärker vom Klimawandel betroffen. Oberösterreich schneidet insgesamt am schlechtesten ab, mit heute nur 60% sehr schneesicheren und weiteren 20% schneesicheren Skigebieten (100-Tage) (60% und 10% zu Weihnachten). Im 4°C Szenario weist dieses Bundesland kein schneesicheres Skigebiet mehr auf. Auch verhältnismäßig stark und relativ früh betroffen sind die Regionen Oberbayern, Allgäu, Niederösterreich und die Steiermark. Die letzten beiden zeigen eine sehr starke Veränderung vom 1°C auf das 2°C und vom 2°C auf das 3°C Szenario. In den restlichen Regionen sind zumindest bis zu einer Erwärmung von 2°C die Mehrheit der Skigebiete schneesicher, sowohl bei Anwendung der 100-Tage Regel als auch zu Weihnachten.

Die Schneesicherheit zu Weihnachten ist jedoch generell geringer als bei Anwendung der 100-Tage Regel. Dies ist wenig überraschend, da die Schneedecke zu Beginn der Saison noch relativ dünn ist und in manchen Jahren die Beschneigungsbedingungen vor Weihnachten nicht überall ausreichen, um den benötigten Schnee zu produzieren. Dies wird vermehrt auch in einem wärmeren Klima der Fall sein. Das bedeutet, dass in einigen Skigebieten zu Weihnachten mit einem erhöhten Risiko zu rechnen ist, dass kein Skibetrieb angeboten werden kann – trotz Beschneigung, mit folglich herben Einnahmeverlusten. Darüber hinaus könnte dies aber auch zu einem Imageverlust führen, der sich nachhaltig negativ auf die Nachfrage auswirken kann.

Hervorzuheben ist nochmals, dass die hier gezeigten Ergebnisse auf begründeten Annahmen beruhen (siehe Methodikkapitel), es sind somit *keine Vorhersagen*, sondern aus heutiger Sicht *plausible Zukunftsszenarien*. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Skifahren im Untersuchungsraum technisch auch noch Ende des Jahrhunderts angeboten werden kann, nur nicht mehr überall dort, wo das heute der Fall ist.

Skigebiete in Gunstlagen mit einer vergleichsweise guten Schneesicherheit könnten zunächst von einer derartigen Entwicklung profitieren, da sich die touristische Nachfrage auf weniger Skigebiete konzentriert. Dies gilt allerdings nur, wenn die Nachfrage nicht rückläufig ist. Für die ganze Branche problematisch wird es jedoch, wenn Skigebiete in Nähe zu Agglomerationsräumen (München, Wien, Stuttgart) vermehrt zusperren müssten. Diese gut erreichbaren und oftmals auch relativ günstigen Skigebiete senken die Barrieren für (Wieder-)Einsteiger. Fallen diese Skigebiete weg, könnte sich dies negativ auf die potenzielle Zahl an Skifahrern auswirken, da der zeitliche und finanzielle Aufwand die Sportart auszuüben ansteigt.

### Schneesicherheit



© Steiger 2015

Alle Skigebiete müssen in den nächsten Jahrzehnten mit einem deutlich steigenden Beschneigungsaufwand rechnen, unabhängig von der eingesetzten Beschneigungstechnologie (die in Tab. 1 dargestellten Werte stellen den Schneebedarf dar, um eine 100-Tage Saison anbieten zu können, ungeachtet dessen, ob der Schnee technisch auch produziert werden kann). Auch hier zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Regionen: Während sich der Beschneigungsaufwand bei einem 2°C Szenario in den Regionen Vorarlberg, Oberösterreich, Oberbayern und dem Allgäu rund verdoppelt, steigt er bspw. in Graubünden um „nur“ 50% an. Hierbei ist zu beachten, dass bei den hier gezeigten Werten der z.T. noch nötige Flächenausbau der Beschneigung gar nicht berücksichtigt ist, d.h. die Realwerte sind pro Skigebiet sehr wahrscheinlich noch höher.

Tab. 1: Durchschnittliche Steigerung des Beschneigungsaufwands aller Skigebiete pro Region

Region	Szenarien			
	+1°C	+2°C	+3°C	+4°C
Graubünden	20%	53%	104%	180%
Vorarlberg	33%	103%	226%	398%
Tirol	21%	64%	138%	246%
Salzburg	24%	72%	154%	272%
Oberösterreich	37%	108%	205%	320%
Niederösterreich	31%	86%	161%	249%
Steiermark	24%	68%	134%	218%
Kärnten	28%	76%	148%	246%
Südtirol	27%	75%	151%	262%
Oberbayern	31%	93%	193%	323%
Allgäu	31%	94%	194%	328%

#### 4 Die Diskrepanz zwischen möglichen Klimafolgen und der Reaktion der Tourismuswirtschaft

##### a. Gründe für die Diskrepanz

Die dargestellten Ergebnisse zeigen, dass Skifahren in den Alpen zwar auch Ende des Jahrhunderts technisch gesehen noch möglich sein wird, jedoch wird ein bedeutender Teil des Angebots, v.a. abseits des Hauptkamms gelegene Skigebiete, schon in den nächsten Jahrzehnten Schwierigkeiten bekommen. Daher überrascht zunächst die Diskrepanz zwischen möglichen Folgen und Wahrnehmung bzw. Reaktion seitens der Tourismuswirt-

schaft. Bei näherer Betrachtung lassen sich jedoch eine Reihe von Gründen für diese Diskrepanz identifizieren.

So sind viele Entscheidungsträger im Tourismus dem Klimawandel gegenüber immer noch skeptisch eingestellt (Trawöger, 2014). Zum Teil wird auf die natürliche Variabilität verwiesen („das gab es schon immer“), manche negieren den menschlichen Einfluss auf das Klima gänzlich. Andere akzeptieren den Klimawandel und erwarten zwar globale, aber keine lokalen Auswirkungen. Oftmals wird auch auf „Andere“ verwiesen, dies können potenziell Betroffene außerhalb des Tourismussektors oder auch Konkurrenten sein. Aufgrund des komplexen und globalen Themas wird es immer jemanden geben, der stärker vom Klimawandel betroffen sein wird, als man selber (Hopkins, Higham, & Becken, 2013). Eine dritte Gruppe begründet ihre skeptische Haltung mit Zweifeln an den Modellen: diese werden als zu grob kritisiert, um den Realitäten der individuellen Skigebiete gerecht zu werden.

Sicherlich eine Grundproblematik ist der unterschiedliche Zeithorizont der Klimafolgenforschung und der Entscheidungsträger im Tourismus. Während erstere mindestens bis Mitte wenn nicht gar bis Ende des Jahrhunderts blickt, ist der Zeithorizont der letztgenannten oftmals von Investitions- bzw. Abschreibungszeiträumen geprägt. Diese betragen in Skigebieten (je nach Art der Investition) üblicherweise zwischen 5-20 Jahren. Nicht beachtet wird hierbei jedoch, dass die Folgen des Klimawandels nicht erst Mitte des Jahrhunderts auftreten werden, sondern dass sich bestimmte außergewöhnliche Wetterverhältnisse häufen werden und auch heute schon auftreten können.

Die meisten Skigebietsbetreiber sind davon überzeugt, dass die Weiterentwicklung der Beschneidung mit dem Klimawandel mitwachsen wird (Wolfsegger, Gössling, & Scott, 2008). Jedoch könnte sich diese Zuversicht als zu optimistisch erweisen, da nicht nur die technische Machbarkeit eine Rolle spielen wird. Ressourcenverfügbarkeit und -verbrauch, finanzielle Kosten und die Akzeptanz sind ebenfalls von Bedeutung (Pickering & Buckley, 2010, Steiger & Abegg, 2013).

Der Skitourismus ist generell sehr image-sensitiv. Daher gehen Skigebietsbetreiber tendenziell defensiv und reaktiv mit dem Thema Klimawandel um, da sie nicht als Nestbeschmutzer der eigenen Branche dastehen wollen. Das Eingestehen möglicher Probleme könnte in weiterer Folge durchaus auch zu negativen Folgen in der Politik, bei Kreditgebern und Touristen führen, wenn dadurch das Vertrauen in die Zukunftsfähigkeit der Branche beschädigt wird.

## **b. Mögliche Lösungen**

Wichtige Grundvoraussetzung für die Akzeptanz wissenschaftlicher Erkenntnisse in der Praxis ist die Verwendung von passenden, praxisrelevanten Indikatoren. Je lokalere Aussagen gemacht werden können, desto besser. Verbesserungsmöglichkeiten auf Seiten der Modellierung wäre bspw. die Berücksichtigung von Exposition und Hangneigung.

Folgeanalysen zur Entwicklung der Beschneigungskosten würden vermutlich auf Interesse stoßen, setzen aber einen Zugriff auf betriebliche Daten der Skigebiete voraus.

Wichtig ist auch eine Angleichung der Zeithorizonte. Es ist wenig verwunderlich, dass Aussagen für Ende des Jahrhunderts in der Praxis recht gelassen gesehen werden. Wie schon angesprochen, muss heute schon mit einer Zunahme außergewöhnlicher Wetterverhältnisse gerechnet werden. Diese können als eine Art Übung oder Blick in die Zukunft verwendet werden. Wenn ein Skigebiet ohne technische, finanzielle und ressourcenbezogene Schwierigkeiten durch eine außergewöhnlich warme Saison, wie z.B. der Winter 2013/14, gekommen ist, so hat das Skigebiet sozusagen den Zukunftsscheck bestanden. Hier ist allerdings zu beachten, dass neue Rekorde bei Wetteranomalien jederzeit möglich sind und ein ständiges Monitoring der Belastbarkeit der Skigebietsressourcen zur Absicherung der Zukunft sinnvoll ist.

Zudem stellt sich die Frage, wer die relevanten Adressaten wissenschaftlicher Ergebnisse sind. Einzelunternehmen, wie Skigebiete, oder Gemeinden, oder Regionen? Die Interessen wie auch die Anpassungsfähigkeiten sind je nach Adressat unterschiedlich. Aus Sicht des Skigebietsbetreibers können massive Investitionen in die Beschneigung durchaus Sinn machen. In Bezug auf den Ressourcenverbrauch und die soziale Akzeptanz lässt sich dieser Sinn jedoch hinterfragen. Auch die wirtschaftliche Nachhaltigkeit darf angezweifelt werden – werden doch mit jedem Euro (des Öfteren auch subventioniert), der in den Ausbau der Beschneigung fließt, bestehende Pfadabhängigkeiten zementiert.

## **5 Zusammenfassung**

Die Signale für die Zukunft des Skitourismus sind zwar regional differenziert, jedoch recht klar: Die Zahl der schneesicheren Skigebiete wird sich im Laufe der nächsten Jahrzehnte deutlich verringern (zuerst am Alpenrand) und zu massiven Steigerungen beim Beschneigungsbedarf und dem damit verbundenen Ressourcenbedarf führen. Der Klimawandel wird somit den Strukturwandel im Skitourismus noch beschleunigen. Skigebiete, die heute robust und gut aufgestellt sind, könnten von dieser Entwicklung möglicherweise sogar profitieren, während Skigebiete, die heute schon mit Problemen zu kämpfen haben, schneller an den Rand der Existenz gedrängt werden. Aus diesen Gründen sind Entscheidungsträger im Tourismus, aber auch in der Politik, gefordert, sich mit den möglichen Folgen des Klimawandels auf den Skitourismus in ihrer Region auseinanderzusetzen.

## **Literaturverzeichnis**

Abegg, B. (1996). Klimaänderung und Tourismus. Klimafolgenforschung am Beispiel des Wintertourismus in den Schweizer Alpen. Zürich: vdf Zürich.

Abegg, B., Agrawala, S., Crick, F., & de Montfalcon, A. (2007). Climate change impacts and adaptation in winter tourism. In S. Agrawala (Hrsg.), *Climate Change in the Eu-*

- ropean Alps. *Adapting Winter Tourism and Natural Hazards Management* (S. 25–60). Paris: OECD.
- Abegg, B., Steiger, R., & Walser, R. (2015). Aktuelle und zukünftige Schneesicherheit der Skigebiete in Graubünden. In T. Bieger, P. Beritelli, & C. Laesser (Eds.), *St.Galler Schriften für Tourismus und Verkehr: Vol. 6. Schweizer Jahrbuch für Tourismus 2014-15* (S. 1–16). Berlin: ESV.
- Allison, I., Bindoff, N. L., Bindschadler, R. A., Cox, P. M., Noblet, N., England, M. H., et al. (2009). *The Copenhagen Diagnosis: Updating the World on the Latest Climate Science*. Sydney, Australia: UNSW CCRC.
- APCC (Ed.) (2014). *Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14)*. Austrian Panel on Climate Change (APCC). Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Cook, J., Nuccitelli, D., Green, S. A., Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., et al. (2013). Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental Research Letters*, 8(2), 024024.
- Formayer, H., Awan, N., Nadeem, I., & Schicker, I. (2014). *Regionales Klimaszenario basierend auf einem neuen (CMIP5) GCM Lauf*. Wien.
- Gobiet, A., Kotlarski, S., Beniston, M., Heinrich, G., Rajczak, J., & Stoffel, M. (2014). 21st century climate change in the European Alps--a review. *The Science of the Total Environment*, 493, 1138–1151.
- Hopkins, D., Higham, J. S., & Becken, S. (2013). Climate change in a regional context: relative vulnerability in the Australasian skier market. *Regional Environmental Change*, 13(2), 449-458.
- IPCC (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Genf: IPCC.
- Pickering, C. M., & Buckley, R. C. (2010). Climate Response by the Ski Industry: The Shortcomings of Snowmaking for Australian Resorts. *AMBIO*, 39, 430–438.
- Schmidt, P., Steiger, R., & Matzarakis, A. (2012). Artificial snowmaking possibilities and climate change based on regional climate modeling in the Southern Black Forest. *Meteorologische Zeitschrift*, 21(2), 167–172.
- Scott, D., & Steiger, R. (2013). Vulnerability of the Ski Industry. In Pielke, Roger, A. (Hrsg.), *Climate Vulnerability: Understanding and Addressing Threats to Essential Resources*. (S. 305–313). Amsterdam: Elsevier.
- Scott, D. (2011). Why sustainable tourism must address climate change. *Journal of Sustainable Tourism*, 19(1), 17–34.
- Scott, D., Dawson, J., & Jones, B. (2008). Climate change vulnerability of the US North-east winter recreation– tourism sector. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, (13), 577–596.
- Scott, D., Hall, C. M., & Gössling, S. (2012). *Tourism and climate change: Impacts, adaptation & mitigation*. Contemporary geographies of leisure, tourism and mobility. London and New York: Routledge.
- Steiger, R. (2010). The impact of climate change on ski season length and snowmaking requirements. *Climate Research*, 43(3), 251–262.

- Steiger, R. (2013). Auswirkungen des Klimawandels auf Skigebiete im bayerischen Alpenraum, [http://www.alpenverein.de/chameleon/public/bb5fd1b0-2450-2b72-ae88-e790db87e2c5/Beschneigungsstudie-Bericht\\_21661.pdf](http://www.alpenverein.de/chameleon/public/bb5fd1b0-2450-2b72-ae88-e790db87e2c5/Beschneigungsstudie-Bericht_21661.pdf).
- Steiger, R., & Abegg, B. (2013). The Sensitivity of Austrian Ski Areas to Climate Change. *Tourism Planning & Development*, 10(4), 480–493.
- Steiger, R., & Abegg, B. (2015). Klimawandel und Konkurrenzfähigkeit der Skigebiete in den Ostalpen. In R. Egger & K. Luger (Hrsg.), *Tourismus und mobile Freizeit – Lebensformen, Trends, Herausforderungen* (S. 319–332). Books on Demand
- Steiger, R., & Stötter, J. (2013). Climate Change Impact Assessment of Ski Tourism in Tyrol. *Tourism Geographies*, 15(4), 577–600.
- Trawöger, L. (2014). Convinced, ambivalent or annoyed: Tyrolean ski tourism stakeholders and their perceptions of climate change. *Tourism Management*, 40, 338–351.
- Weaver, D. (2011). Can sustainable tourism survive climate change? *Journal of Sustainable Tourism*, 19(1), 5–15.
- Wolfsegger, C., Gössling, S., & Scott, D. (2008). Climate Change Risk Appraisal in the Austrian Ski Industry. *Tourism Review International*, 12(1), 13–23.
- Zemp, M., Haeberli, W., Hoelzle, M., & Paul, F. (2006). Alpine glaciers to disappear within decades? *Geophysical Research Letters*, 33(13).